

**HIGH STRENGTH BOLT STEEL**

**Publication number:** JP60114551

**Publication date:** 1985-06-21

**Inventor:** ISOKAWA KENJI; NAMIKI KUNIO

**Applicant:** DAIDO STEEL CO LTD

**Classification:**

- international: C22C38/00; C22C38/22; C22C38/28; C22C38/00;  
C22C38/22; C22C38/28; (IPC1-7): C22C38/22;  
C22C38/28

- european:

**Application number:** JP19830220776 19831125

**Priority number(s):** JP19830220776 19831125

**Report a data error here**

**Abstract of JP60114551**

**PURPOSE:** To improve the delayed fracture resistance and strength by adding prescribed percentages of C, Si, Mn, P, S, Cr and Mo. **CONSTITUTION:** This high strength bolt steel consists of, by weight, 0.3-0.5% C, <0.15% Si, 0.1-0.4% Mn,  $\leq 0.015\%$  P,  $\leq 0.01\%$  S, 0.5-4.5% Cr, 0.1-0.7% Mo and the balance Fe and satisfies an equation  $Si(\%) + Mn(\%) + 10[P(\%) + S(\%)] \leq 0.45\%$ . The steel has superior delayed fracture resistance and 140-160kgf/mm.<sup>2</sup> high strength.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

③ 日本国特許庁(JP) ④ 特許出願公開  
 ③ 公開特許公報(A) 昭60-114551  
 ⑤ 発明の名称 高強度ポルト用鋼  
 ⑥ 特 願 昭58-220776  
 ⑦ 特 願 昭58(1983)11月25日  
 ⑧ 発 明 者 磯 川 憲 二 愛知県愛知郡日進町大字折戸栗山11-150  
 ⑨ 発 明 者 並 木 邦 夫 名古屋市守山区半牧字半牧7の1  
 ⑩ 出 願 人 大同特殊鋼株式会社 名古屋市南区星崎町字堀出65番地  
 ⑪ 代 理 人 弁 理 士 小 堀 豊  
 ⑫ 発明の名称 高強度ポルト用鋼  
 ⑬ 特 願 昭58-220776  
 ⑭ 特 願 昭58(1983)11月25日  
 ⑮ 発 明 者 磯 川 憲 二 愛知県愛知郡日進町大字折戸栗山11-150  
 ⑯ 発 明 者 並 木 邦 夫 名古屋市守山区半牧字半牧7の1  
 ⑰ 出 願 人 大同特殊鋼株式会社 名古屋市南区星崎町字堀出65番地  
 ⑱ 代 理 人 弁 理 士 小 堀 豊

① 発明の名称 高強度ポルト用鋼  
 ② 特 願 昭58-220776  
 ③ 特 願 昭58(1983)11月25日  
 ④ 発 明 者 磯 川 憲 二 愛知県愛知郡日進町大字折戸栗山11-150  
 ⑤ 発 明 者 並 木 邦 夫 名古屋市守山区半牧字半牧7の1  
 ⑥ 出 願 人 大同特殊鋼株式会社 名古屋市南区星崎町字堀出65番地  
 ⑦ 代 理 人 弁 理 士 小 堀 豊

上記目的に従って、高強度ポルトにおける遅れ破壊発生機構を詳細に検討し、合金要素および不純物元素の影響を詳しく調査した。その結果、遅れ破壊発生機構は一般にオーステナイト相を形成する元素として発生することが明らかとなり、これに基づいて研究を進めた結果この発明を完成したものである。すなわち、この発明による高強度ポルト用鋼は、重量%で、C:0.30%以下、S:0.015%以下、Mn:0.10%以上0.40%以下、P:0.015%以下、Si:0.010%以下、Cr:0.50%以上4.50%以下、Mo:0.10%以上0.70%以下、および必要に応じてV:0.05%以上0.15%以下、Nb:0.05%以上0.15%以下、Ti:0.05%以上0.15%以下のうちの1種または2種以上、でかつSi(%) + Mn(%) + 10(P(%) + S(%)) : 0.45%以下、炭素当量にFeよりなり、強度140~180kgf/mm<sup>2</sup>級のポルト用鋼としたときでも遅れ破壊成分とのバランスで例えればM10ポルトの中心まで10.0%マルテンサイト組織を得るためには0.10%以上含有させる必要がある。しかし、MnはSiと同様にPの溶解を助長し、溶解化を促進する元素であるので、Pの溶解および溶解化を防止するために、0.40%以下とし、P(リム) : 0.015%以下、Pはオーステナイト化時にオーステナイト相に溶解し、溶解を助長させ、溶解度を低下して遅れ破壊性を劣化させるので0.015%以下とした。S(いおう) : 0.010%以下、Sはオーステナイト化時にオーステナイト相に溶解するとともに、MnSとしても存在し、遅れ破壊性を劣化させるため0.010%以下とした。Cr(クロム) : 0.50%以上4.50%以下、Crは焼入性を確保すると共に、焼入性を確保

性により速くすぐれたものであることを特徴としている。次に、この発明による高強度ポルト用鋼の成分範囲(重量%)の限定理由について説明する。C(炭素) : 0.30%以上0.50%以下、Cは鋼質により強度140~180kgf/mm<sup>2</sup>級の強度を確保するために0.30%以上含有させる必要があるが、多すぎると焼入性を劣化させると共に遅れ破壊性を劣化させるので0.50%以下とした。Si(けい素) : 0.15%未満、Siは増量時の脱酸剤として作用する元素であるが、多すぎるとPの溶解を助長し、溶解度を低下して、これが遅れ破壊の起点となるので、このようなPの溶解および溶解化を防止するため0.15%未満とした。Mn(マンガン) : 0.10%以上0.40%以下、Mnは溶解時の脱酸・脱酸剤として作用すると共に、焼入性の向上に寄与する元素であり、他の

規格 60-114551(3)

した高張力もどし (約 5.00%以上) において張  
力 14.0 ~ 16.0 kgf/mm<sup>2</sup> 級の低張力を得るた  
めに 0.50% 以上含有させることが必要であ  
る。しかし、Cr 量が増加すると約 5.50% を超  
えた領域での低もどし張力が急激に低下し、安定  
した高張力が得にくくなるので 4.50% 以下とし  
た。

Mn (マンガニン) : 0.10% 以上 0.70%  
以下

Mn は C および Cr とのバランスにもよるが  
約 5.00% 以上の低もどし張力で強度 14.0  
~ 16.0 kgf/mm<sup>2</sup> 級の低張力を得るのに最低  
0.10% 含有させることが必要であり、また、  
P の境界析出を防止し、引張強度を高めるため  
低張性を向上させる効果があるため、これらの点  
から 0.10% 以上とした。しかし、この際にお  
いては 0.70% を超えて含有させても効果の向  
上はほとんど見られず、また低張性元素でもあるの  
で 0.70% 以下とした。

Si (%) + Mn (%) + 1.0 (P (%) + S

(%) ) : 0.45% 以下

Si, Mn, P, S は上述の範囲に範囲した  
が、上記成分範囲において Si (%) + Mn  
(%) + 1.0 (P (%) + S (%) ) で算出  
した値が 0.45% 以下であれば、強度 14.0 ~  
16.0 kgf/mm<sup>2</sup> 級の低張力であっても十分に耐  
延れ破断性が得られ、現用の 13.0 kgf/mm<sup>2</sup> 級  
の JIS SCM440 と同等の耐延れ破断性が  
得られることを確かめる実験より確かめた。

V (バナジウム) : 0.05% 以上 0.15% 以  
下、Nb (ニオブ) : 0.05% 以上 0.15%  
以下、Ti (チタン) : 0.05% 以上 0.15%  
以下、これらの 1 種または 2 種以上

V, Nb, Ti はいずれも炭素化合物を形成し、  
結晶粒の微細化に効果があり、耐力および耐延性  
の向上に有効な元素であるので必要に応じてこれ  
らの元素の 1 種または 2 種以上を 0.05% 以上につい  
ては 0.05% 以上添加することにより、しかし、必  
要以上に添加しても上記の効果は期待するので外  
添加については 0.15% 以下とするのがよい。な

め、Nb の一種を Ti で置換することも可能であ  
る。

さらに、Cu (銅)、Ni (ニッケル) 等の充  
分にについては、JIS 規格以下 (例えば Cu :  
0.30% 以下、Ni : 0.25% 以下) の範囲  
で添加することともこの発明の高張力ポルト用鋼に  
当然含まれる。

(混成例)

表 1 に示す化学成分の鋼を 500℃ 程度の加熱時  
間を解熱で加熱したのもを造塊し、製造および焼な  
らしを行ったのもを試験片に加工した。このとき、  
試験片は、引張試験片として JIS 4 号の規定  
に準じたものを用い、また圧入試験片として  
表 1 に示す L = 2.0 mm, D = 6 mm, d = 4 mm,  
R = 0.1 mm の方法によるものを用いた。

次に、焼入試験片に対し、950℃ × 30 分  
加熱後油冷の焼入れを行い、次いで各試験片に対し  
引張強さ 15.0 kgf/mm<sup>2</sup> ± 5 kgf/mm<sup>2</sup> が得ら  
れる表 2 に示す温度に 1 時間加熱したのもを空冷す  
る低もどしを行い、その後各試験片に対して引張

試験および延れ試験を行った。

なお、延れ試験は曲げ引張試験により行  
ない、表 1 に示す試験片の組織に 0.1 N/mm<sup>2</sup>  
以下を降下しながら曲げ応力に加え、曲げ応力  
と破断時間との関係を図 1 に示す破断曲線を作成  
し、30 時間強度 (σ<sub>30</sub>, r) / 曲げ応力  
(σ<sub>ss</sub>) の値すなわち 30 時間強度比で評価し  
た。この結果を図 2 および表 2 に示  
す。



表 1

鋼 種	化 学 成 分 (重量%)									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Nb	Ti	V	その他
本発明鋼 (I)	A 0.32	0.05	0.32	0.005	0.002	2.10	0.15	-	-	Si+Mn=10 (p.s)
	B 0.48	0.12	0.17	0.007	0.004	0.37	0.55	-	-	-
	C 0.40	0.04	0.18	0.012	0.002	2.03	0.34	-	-	-
	D 0.35	0.03	0.11	0.004	0.001	1.12	0.11	-	-	-
	E 0.34	0.04	0.22	0.003	0.002	3.00	0.28	0.12	0.15	-
本発明鋼 (II)	F 0.37	0.05	0.28	0.003	0.001	2.85	0.42	-	0.03	-
	G 0.43	0.06	0.13	0.004	0.005	3.54	0.50	-	-	0.12
	H 0.48	0.05	0.20	0.008	0.002	0.72	0.82	-	0.10	-
	I 0.35	0.18	0.43	0.010	0.006	3.21	0.52	-	-	0.88
	J 0.35	0.05	0.12	0.002	0.018	4.03	0.88	-	-	-
比較鋼	K 0.42	0.13	0.35	0.010	0.005	3.48	0.48	-	-	0.09
	L 0.41	0.24	0.71	0.015	0.018	1.04	0.21	-	-	-
通常鋼	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 2

鋼 種	焼 入 温 度 (℃)	引 張 特 性			
		引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	0.2% 耐力 (kgf/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	30 時間 強度比
本発明鋼 (I)	A 550	152	138	24	50
	B 580	151	135	23	47
	C 550	148	132	23	48
	D 550	150	134	25	50
	E 550	152	135	24	48
本発明鋼 (II)	F 550	147	138	28	55
	G 550	152	140	27	50
	H 550	150	138	27	53
	I 550	153	138	23	47
	J 550	152	135	22	48
比較鋼	K 550	150	138	23	48
	L 425	148	137	20	46

上記表2および図2図に示すように、強度140~160kgf/cm<sup>2</sup>級の鋼板において、本発明鋼(I、E)はいずれも比較鋼および通常鋼(SCM440)に比べて耐遅れ破壊性が著しく優れており、強度130kgf/cm<sup>2</sup>級に調質したSCM440の耐遅れ破壊性はほぼ同等のものである。そして、V、Nb、Tiを添加することによって延性および耐遅れ破壊性をより向上できると認められた。

さらに、本発明鋼Aおよび通常鋼Iにおける延性化状態を調べたところ、本発明鋼Aでは図3図に示すように延性化が著しく少なかったのに対して、通常鋼Iではかなり延性化を呈していることが認められた。

(発明の効果)

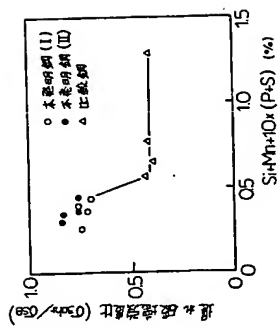
以上説明してきたように、この発明の高強度ギルト用鋼は、延度で、C:0.30%以上0.50%以下、Si:0.16%未満、Mn:0.10%以上0.40%以下、P:0.015%以下、S:0.010%以下、Cr:0.50

%以上4.50%以下、Mo:0.10%以上0.70%以下、および必要に応じてV:0.05%以上0.15%以下、Nb:0.05%以上0.15%以下、Ti:0.05%以上0.15%以下のうちの1種または2種以上、かつS:(%) + Mn (%) + 1.0(P (%)) + S (%):0.45%以下、炭素当量のFeよりなるものであるから、強度140~160kgf/cm<sup>2</sup>級の鋼板に調質したときでも耐遅れ破壊性に著しく優れたものであり、ギルトの強度低下および同強度での小型化に十分対応することが可能であり、例えば自動車部品の強度低下、小型化に伴って要求される強度低ギルトの素材としても好適に使用することができるといふ非常に優れた効果を有している。

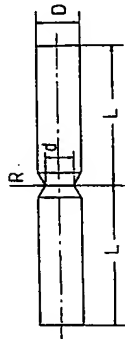
4. 図面の簡単な説明

図1図はこの発明の炭素鋼において使用した遅れ破壊試験片の説明図、図2図はSi、Mn、P、S量による遅れ破壊特性への影響を調べた結果を示すグラフ、図3図は本発明鋼Aの延性化

第2図



第1図



状態を示す炭素鋼鋼板強度等値表(500級)、図4図は通常鋼Iの延性化状態を示す炭素鋼鋼板強度等値表(500級)である。

特許出願人 大同特殊鋼株式会社

代理人 井上 小 田 豊